



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 27 319 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 S 11/06**  
G 08 C 17/02  
B 60 R 25/00  
E 05 B 65/12

⑲ Aktenzeichen: 199 27 319.7  
⑳ Anmeldetag: 15. 6. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 21. 12. 2000

**DE 199 27 319 A 1**

⑦① Anmelder:  
Mannesmann VDO AG, 60388 Frankfurt, DE

⑦② Vertreter:  
Raßler, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 65824  
Schwalbach

⑦③ Erfinder:  
Berberich, Reinhold, 63452 Hanau, DE; Sievers,  
Christopher, 63450 Hanau, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 44 09 167 C1  
DE 197 36 302 A1  
DE 32 15 942 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Einrichtungen eines Identifikationssystems

⑤⑤ Bei einem Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Einrichtungen eines Identifikationssystems wird von einer ersten der Einrichtungen ein elektromagnetisches Signal ausgesendet, welches von einem Schwingungszug mit vorgegebenem Amplitudenverlauf und vorgegebener Dauer gebildet ist, dessen Amplitude zum Ende des Schwingungszugs stetig abnimmt. Das Signal wird empfangen und die Dauer des einen vorgegebenen Amplituden-Schwellwert überschreitenden Teils des empfangenen Signals wird gemessen. Aus dieser gemessenen Dauer wird die Entfernung zwischen den Einrichtungen ermittelt.

**DE 199 27 319 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Einrichtungen eines Identifikationssystems.

In zunehmendem Maße kommen, beispielsweise zur Entriegelung von Kraftfahrzeugen, elektronische Identifikations- und Zugangssysteme zum Einsatz, die über einen Sender und einen Empfänger für elektromagnetische Signale verfügen und die mit einem Funkschlüssel bedienbar sind, welcher auf Knopfdruck, nach Aufforderung durch ein vom Sender ausgesendetes Signal oder automatisch elektromagnetische Signale aussendet, welche den Besitzer identifizieren oder ihm Zugang verschaffen.

Bei fortschrittlichen Systemen sendet ein Steuergerät ständig oder durch Antasten, beispielsweise eines Türgriffes einer noch verschlossenen Tür, auffordernde Signale, die, wenn sie von einem passenden Funkschlüssel empfangen werden, diesen zur Aussendung seines Signals anregen. Das Steuergerät gibt daraufhin den Zugang, beispielsweise zu der betreffenden Tür, vollautomatisch frei.

Die Reichweite derartiger Funkschlüssel ist aufgrund von Reflexionen und dergleichen nicht genau steuerbar, so daß es bei zufälliger Anregung eines entfernten Funkschlüssels zu einer unzulässigen Reaktion des Identifikationssystems durch Herantragen des Schlüsselsignals aus der Entfernung kommen kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, das es ermöglicht, die ungefähre Entfernung zwischen den sendenden Einrichtungen eines Identifikationssystems ohne großen technischen Aufwand zu ermitteln.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß von einer ersten der Einrichtungen ein elektromagnetisches Signal ausgesendet wird, welches von einem Schwingungszug mit vorgegebenem Amplitudenverlauf und vorgegebener Dauer gebildet ist, dessen Amplitude zum Ende des Schwingungszugs stetig abnimmt, daß das Signal empfangen wird, daß die Dauer des einen vorgegebenen Amplituden-Schwellwert überschreitenden Teils des empfangenen Signals gemessen wird und daß aus dieser gemessenen Dauer die Entfernung zwischen den Einrichtungen ermittelt wird.

Bei der Ausbreitung des gesendeten Signals im Raum verringert sich dessen Schwingungsamplitude mit dem zurückgelegten Weg. Dadurch verkürzt sich gleichzeitig auch die gemessene Signaldauer, da aufgrund des sich zu seinem Ende stetig verringerten Amplitudenverlaufs das Signal mit zunehmender Entfernung vom Sender nach und nach die Meßschwelle unterschreitet. Die gemessene Dauer des noch bei einem Empfänger ankommenden Signals kann damit direkt zur Abschätzung der Entfernung vom Sender benutzt werden.

Es ist damit beispielsweise möglich, bei einem Kraftfahrzeug, welches über ein mit einem Funkschlüssel zu öffnendes elektronisches Schloß verfügt, ein Öffnen der Türen aus der Ferne zu verhindern. Erst wenn der zu dem Schloß passende elektronische Funkschlüssel in die Nähe des Fahrzeugs kommt, kann das Fahrzeug geöffnet werden. Es kann ferner auch erkannt werden, ob sich der Schlüssel innerhalb oder außerhalb des Fahrzeugs befindet oder ob er sich auf das Fahrzeug zu- oder von dem Fahrzeug wegbewegt.

Eine erste Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß das Signal von der zweiten der Einrichtungen empfangen und dort die Entfernung ermittelt wird.

Ferner ist bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß das Signal von der zweiten der Einrichtungen empfangen und zu der ersten Einrichtung zurückgesendet wird und daß das zurückgesendete Signal von der ersten

Einrichtung empfangen wird und dort die Entfernung ermittelt wird oder daß das Signal von der zweiten der Einrichtungen empfangen wird, daß dort die Dauer des einen vorgegebenen Amplituden-Schwellwert überschreitenden Teils des empfangenen Signals gemessen wird und daß der Wert der gemessenen Dauer an die erste Einrichtung zurückgesendet wird. Im ersten Fall wird das Signal lediglich zur Verdoppelung der insgesamt zurückgelegten Entfernung zum Sender zurückgespiegelt. Dadurch kann auch die auswertende Elektronik in der ersten Einrichtung untergebracht werden, so daß die zweite Einrichtung sehr kompakt konstruiert werden kann. Auch im zweiten Fall kann die Ermittlung der Entfernung in der sendenden Einrichtung vorgenommen werden. Die Dauer des von der zweiten Einrichtung empfangenen Signals wird dort lediglich gemessen und als numerischer Wert zurückgesendet.

Es ist vorteilhaft, wenn die Amplitude des gesendeten Signals ab einem anfänglichen Einschwingbereich des Schwingungszugs bis zu Beginn dessen stetig abfallenden Endbereichs im wesentlichen konstant ist.

Ein erfindungsgemäß verlaufender Schwingungszug wird bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreicht, daß einem Resonanzkreis der ersten Einrichtung zur Erzeugung des auszusendenden Signals ein Rechtecksignal derart zugeführt wird, daß die Amplitude des ausgesendeten Signals durch Nachschwingen des Resonanzkreises gegen Ende des Amplitudenverlaufs stetig abklingt. Der zur Übertragung derartiger Signale von der Sendeantenne und einem Kondensator gebildete Schwingkreis soll eine hohe Güte und damit eine merkliche Nachschwingdauer aufweisen.

Zur Ermittlung der Entfernung zwischen den Einrichtungen kann vorgesehen sein, daß die Entfernung aus der Differenz der Dauer des gesendeten Signals zur gemessenen Dauer durch Vergleich mit einer Eichcharakteristik der Signaldauer über der Entfernung ermittelt wird.

Ein erster Anwendungsfall für das erfindungsgemäße Verfahren ergibt sich, wenn eine der beiden Einrichtungen eine Zugangseinrichtung und die andere Einrichtung ein dazu passender Funkschlüssel ist und konkret, wenn die Entriegelungseinrichtung eine Entriegelungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs ist.

Damit kann ein Zugangsmechanismus beispielsweise derart gestaltet werden, daß ein Entriegeln des Kraftfahrzeugs verhindert wird, wenn sich der Funkschlüssel außerhalb eines vorgegebenen Radius um das Kraftfahrzeug befindet.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß zur Ermittlung der Änderung der Entfernung zwischen den Einrichtungen die Entfernung in vorgegebenem Zeitabstand wenigstens zweimal nacheinander ermittelt und die Differenz der Ergebnisse zu dem Zeitabstand in Relation gesetzt wird. Auf diese Weise kann eine Relativbewegung der beiden Einrichtungen zueinander festgestellt werden.

Damit läßt sich ferner bewirken, daß ein Entriegeln des Kraftfahrzeugs verhindert wird, wenn sich der Funkschlüssel vom Kraftfahrzeug weg bewegt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 zwei Einrichtungen zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 Funkschlüssel und Steuergerät eines Zugangssystems für ein Kraftfahrzeug,

Fig. 3 ein zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignetes Signal,

Fig. 4 ein empfangenes Signal bei kleiner Entfernung zwischen Sender und Empfänger und

Fig. 5 ein empfangenes Signal bei großer Entfernung zwi-

schen Sender und Empfänger.

Gleiche Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt zwei Einrichtungen 1 und 2, die jeweils über einen Sender 3, 4 und einen Empfänger 5, 6 für elektromagnetische Signale 7 und 8 verfügen. Im Beispiel unterscheidet sich die Frequenz der Signale 7 und 8. Das Signal 7 weist eine Frequenz von 125 kHz auf, während sich das Signal 8 im Bereich von einigen MHz oder mehr befindet. Der Sender 3 der niederfrequenten Sendestrecke sendet einen Schwingungszug bekannter Dauer. Durch Auslegung des Senders 3 wird ein abklingendes Nachschwingen des Schwingungszuges des Signals erreicht. Der Empfänger 5 empfängt über eine definierte Eingangsschwelle ein Signal, das je nach seiner Entfernung vom Sender 3 dem gesendeten Signal 7 gegenüber abgeschwächt ist. Die zweite Einrichtung 2 mißt die Dauer des eine Eingangsschwelle überschreitenden Teils des empfangenen abgeschwächten Signals und sendet den Meßwert in numerischer Form als Signal 8 an die erste Einrichtung zurück. Die erste Einrichtung 1 wertet den Meßwert aus und ermittelt anhand einer vorgegebenen Eichcharakteristik die ungefähre Entfernung zu der zweiten Einrichtung 2.

In Fig. 2 sind die zur konkreten Anwendung des Verfahrens für ein Zugangssystem eines Kraftfahrzeugs notwendigen Einrichtungen gezeigt. Ein im Kraftfahrzeug befindliches Steuergerät 21 sendet über eine Antenne 22 das hier nicht dargestellte niederfrequente Signal 7 aus. Ein im näheren Umkreis befindlicher, zum Kraftfahrzeug passender Funkschlüssel 23 empfängt das Signal 7 über eine Antenne 24 und mißt dessen Dauer mit Hilfe einer angeschlossenen Meßeinrichtung 25. Der Meßwert wird dann entsprechend Fig. 1 wieder an das Steuergerät 21 zurückgesendet, wo die Entfernung d bestimmt wird. Innerhalb eines Radius von einigen Metern kann die Entfernung d mit brauchbarer Genauigkeit abgeschätzt werden.

Fig. 3 zeigt den Schwingungsverlauf eines Signals 31, wie es von der ersten Einrichtung 1 ausgesendet wird. Nach dem Einschwingen des Senders 3 bei 32 schwingt das Signal 31 bei 33 mit konstanter Amplitude, bis es bei 34 durch Nachschwingen des Senders 3 abklingt.

Die Signale sind in den Fig. 4 und 5 zur Vereinfachung als Hüllkurven der jeweiligen Schwingungszüge 31' und 31'' dargestellt. Fig. 4 zeigt das von der zweiten Einrichtung empfangene Signal 31' bei geringem Abstand d zwischen den Einrichtungen 1 und 2. Das Signal 31' der maximalen Amplitude  $A_n$  wird über eine Amplituden-Schwelle 41 in ein Rechtecksignal der Länge  $t_n$  gewandelt. Sind die Einrichtungen 1 und 2 weiter voneinander entfernt, so verringert sich die maximale Amplitude  $A_f$  des an der zweiten Einrichtung ankommenden Signals 31''. Nach Umwandlung über die Amplituden-Schwelle 41 entsteht ein Rechtecksignal 43, dessen Länge  $t_f$  geringer ist, als diejenige  $t_n$  des ersten Rechtecksignals 42. Mit der gemessenen Länge  $t_n$ ,  $t_f$  des von der zweiten Einrichtung 2 empfangenen Signals 31', 31'' kann durch Vergleich einer Eichcharakteristik die Entfernung d abgeschätzt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Einrichtungen eines Identifikationssystems, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß von einer ersten (1) der Einrichtungen (1, 2) ein elektromagnetisches Signal (7) ausgesendet wird, welches von einem Schwingungszug (31) mit vorgegebenem Amplitudenverlauf (32, 33, 34) und vorgegebener Dauer gebildet ist, dessen

Amplitude zum Ende (34) des Schwingungszugs stetig abnimmt,

- daß das Signal (31', 31'') empfangen wird,
- daß die Dauer ( $t_n$ ,  $t_f$ ) des einen vorgegebenen Amplituden-Schwellwert (41) überschreitenden Teils des empfangenen Signals (31', 31'') gemessen wird und
- daß aus dieser gemessenen Dauer ( $t_n$ ,  $t_f$ ) die Entfernung (d) zwischen den Einrichtungen (1, 2) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal von der zweiten der Einrichtungen empfangen und dort die Entfernung ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal von der zweiten der Einrichtungen empfangen und zu der ersten Einrichtung zurückgesendet wird und daß das zurückgesendete Signal von der ersten Einrichtung empfangen wird und dort die Entfernung ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal von der zweiten (2) der Einrichtungen (1, 2) empfangen wird, daß dort die Dauer ( $t_n$ ,  $t_f$ ) des einen vorgegebenen Amplituden-Schwellwert (41) überschreitenden Teils des empfangenen Signals (31', 31'') gemessen wird und daß der Wert der gemessenen Dauer ( $t_n$ ,  $t_f$ ) an die erste Einrichtung (1) zurückgesendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude des gesendeten Signals (31) ab einem anfänglichen Einschwingbereich (32) des Schwingungszugs bis zu Beginn dessen stetig abfallenden Endbereichs (34) im wesentlichen konstant ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß einem Resonanzkreis der ersten Einrichtung zur Erzeugung des auszusendenden erfindungsgemäßen Signals ein Rechtecksignal derart zugeführt wird, daß die Amplitude des ausgesendeten Signals durch Nachschwingen des Resonanzkreises gegen Ende des Amplitudenverlaufs stetig abklingt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernung (d) aus der Differenz der Dauer des gesendeten Signals (31) zur gemessenen Dauer ( $t_n$ ,  $t_f$ ) durch Vergleich mit einer Eichcharakteristik der Signaldauer über der Entfernung ermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden Einrichtungen eine Zugangseinrichtung und die andere Einrichtung ein dazu passender Funkschlüssel (23) ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Entriegelungseinrichtung eine Entriegelungseinrichtung (21) eines Kraftfahrzeugs ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Entriegeln des Kraftfahrzeugs verhindert wird, wenn sich der Funkschlüssel (23) außerhalb eines vorgegebenen Radius um das Kraftfahrzeug befindet.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Änderung der Entfernung zwischen den Einrichtungen die Entfernung in vorgegebenem Zeitabstand wenigstens zweimal nacheinander ermittelt und die Differenz der Ergebnisse zu dem Zeitabstand in Relation gesetzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Entriegeln des Kraftfahrzeugs verhindert wird, wenn sich der Funkschlüssel vom Kraftfahrzeug

weg bewegt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

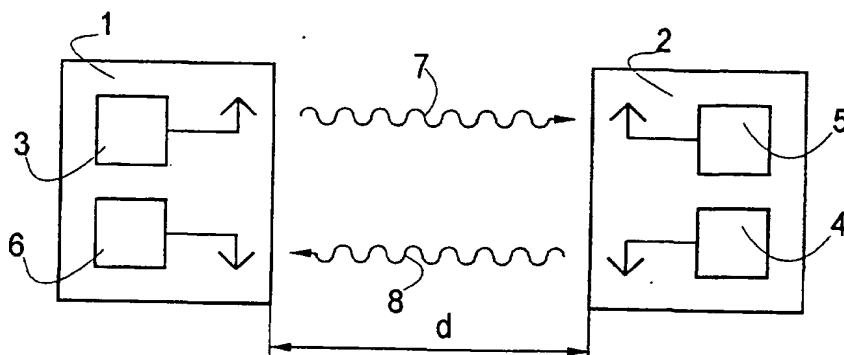


Fig. 1

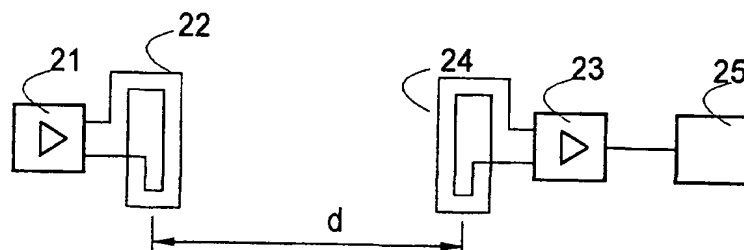


Fig. 2

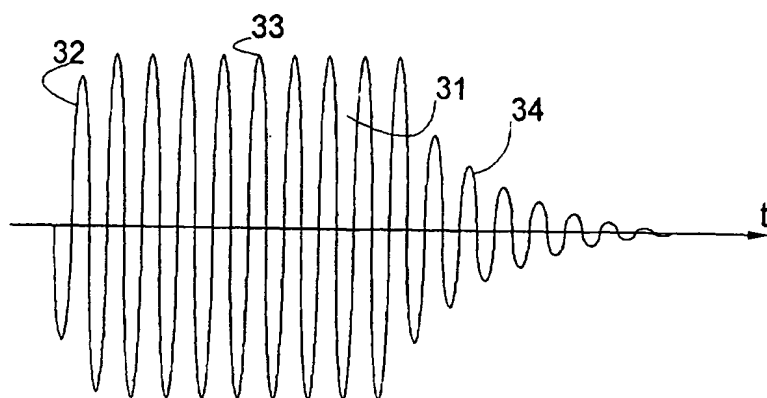


Fig. 3

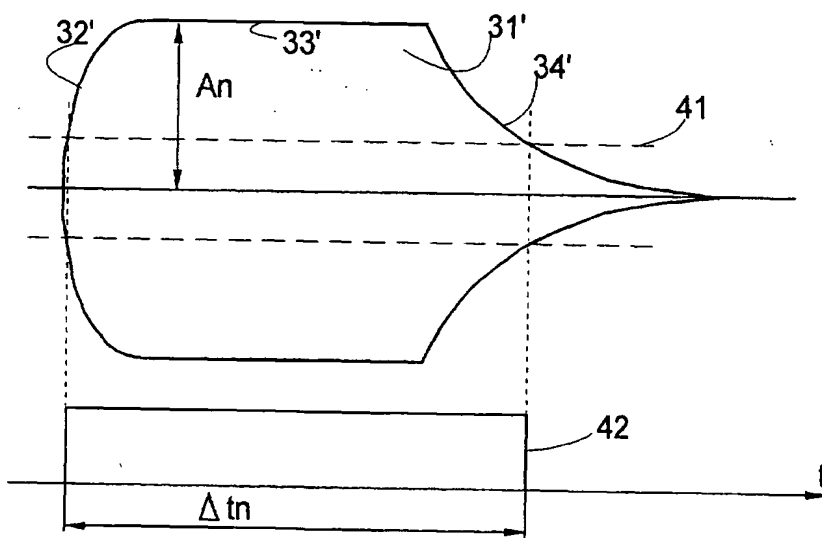


Fig. 4

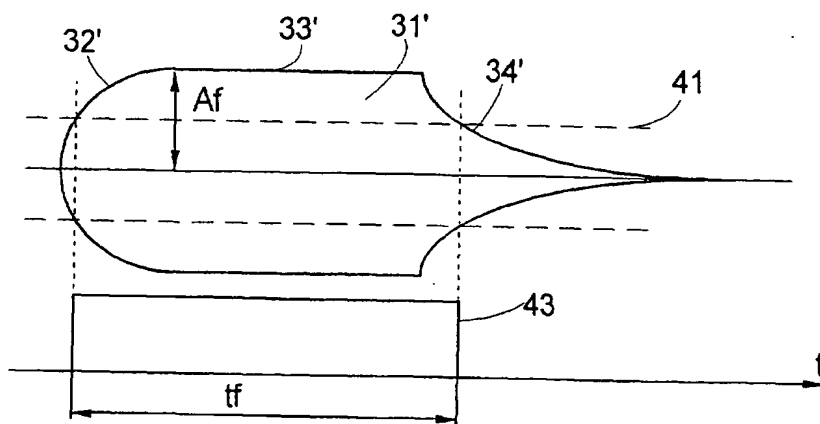


Fig. 5